

**Hydrobiologie et diversité
zooplanctonique dans le Détroit de
Northumberland
(N.-O. Atlantique)**

G. Citarella

Laboratoire d'Océanographie (Plancton)
Département de Biologie, Université de Moncton
Moncton, Nouveau-Brunswick E1A 3E9, Canada.

Publié par : Pêches et Océans Canada
Direction des sciences
343, avenue Université
Moncton, Nouveau-Brunswick
E1C 9B6, Canada

1999

Rapport manuscrit canadien des sciences
halieutiques et aquatiques 2509



Pêches
et Océans

Fisheries
and Oceans

Canada

Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports manuscrits contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui traitent de problèmes nationaux ou régionaux. La distribution en est limitée aux organismes et aux personnes de régions particulières du Canada. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Océans, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports manuscrits peuvent être cités comme des publications complètes. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports manuscrits sont résumés dans la revue *Résumés des sciences aquatiques et halieutiques*, et ils sont classés dans l'index annuel des publications scientifiques et techniques du Ministère.

Les numéros 1 à 900 de cette série ont été publiés à titre de manuscrits (série biologique) de l'Office de biologie du Canada, et après le changement de la désignation de cet organisme par décret du Parlement, en 1937, ont été classés comme manuscrits (série biologique) de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 901 à 1425 ont été publiés à titre de rapports manuscrits de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 1426 à 1550 sont parus à titre de rapports manuscrits du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 1551.

Les rapports manuscrits sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement auteur dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux.

Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Manuscript reports contain scientific and technical information that contributes to existing knowledge but which deals with national or regional problems. Distribution is restricted to institutions or individuals located in particular regions of Canada. However, no restriction is placed on subject matter, and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries and aquatic sciences.

Manuscript reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is abstracted in *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* and indexed in the Department's annual index to scientific and technical publications.

Numbers 1-900 in this series were issued as Manuscript Reports (Biological Series) of the Biological Board of Canada, and subsequent to 1937 when the name of the Board was changed by Act of Parliament, as Manuscript Reports (Biological Series) of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 901-1425 were issued as Manuscript Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 1426-1550 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Manuscript Reports. The current series name was changed with report number 1551.

Manuscript reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out-of-stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

Rapport manuscrit canadien des
sciences halieutiques et aquatiques 2509

1999

Hydrobiologie et diversité zooplanctonique dans le
Détroit de Northumberland (N.-O. Atlantique)

par

G. Citarella¹

Laboratoire d'Océanographie (Plancton)
Département de Biologie
Université de Moncton
Moncton, Nouveau-Brunswick E1A 3E9, Canada.

Publié par : Pêches et Océans Canada
Direction des sciences
343, avenue Université
Moncton, Nouveau-Brunswick E1C 9B6, Canada

¹ adresse actuelle : Département de Biologie, Université de La Rochelle, Av. Marillac, 17042 La Rochelle
Cedex 1, France.

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1999
No de cat. Fs 97-4/2509F ISSN 0706-6589

On devra citer la publication comme suit:

Citarella, G. 1999. Hydrobiologie et diversité zooplanctonique dans le Déroit de Nothumberland (N.-O Atlantique). Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 2509 : 31 p.

RÉSUMÉ

Le détroit de Northumberland n'est chaque année libre des glaces que du début mai à la fin novembre, période pendant laquelle 2 masses d'eau instables, avec possibilité de "cabelling", sont décelables et favorisent l'exportation du plancton. Les biomasses du phytoplancton et du zooplancton présentent des relations inverses. Cette région boréale, montre un mélange particulier de zooplanctones. Au total 137 espèces ont été identifiées parmi lesquelles, certaines, pour ne citer que les plus abondantes, sont :

- arctiques : *Calanus hyperboreus* (Copépodes)
Hyperia galba (Amphipodes)
Oikopleura labradoriensis (Appendiculaires),
- boréales : *Aglantha digitale* (Hydrozoaires)
Sagitta elegans (Chaetognathes)
Clione limacina (Gastropodes)
Pseudocalanus newmani (Copépodes)
Meganyctiphanes norvegica (Euphausiacés)
Clupea harengus (Poissons),
- tropicales : *Physophora* sp. (Hydrozoaires),
- cosmopolites : *Pleurobrachia pileus* (Cténaires)
Oithona similis (Copépodes).

La diversité spécifique est semblable entre le méroplancton et l'holoplancton. Saisonnièrement, le Cladocère *Evadne nordmanni* et l'Appendiculaire *Fritillaria borealis* ont une présence qui ne va pas au-delà de la fin juin. Les Cnidaires sont assez bien représentés jusqu'en septembre. Certaines espèces apparaissent qu'après un réchauffement important des eaux ($\geq 18,40^{\circ}\text{C}$) comme *Neomysis americana* (Mysidacés) ou les Copépodes *Acartia tonsa*, *Labidocera aestiva* et *Pseudodiaptomus coronatus*. Le détroit de Northumberland est une aire de développement intense pour les larves de nombreuses espèces commerciales de coquillages, crustacés et poissons et joue un rôle de "nursery" vis-à-vis des côtes américaines de l'Atlantique Nord.

ABSTRACT

Each year the Northumberland Strait is ice-free from the beginning of May to the end of November. During this period 2 unstable water masses, with possible cabelling, were revealed to favour plankton export. Phytoplankton and zooplankton biomasses were found to have an inverse relation. This boreal area, shows a variety of zooplankton with a total of 137 species identified, the most abundant being :

- arctic : *Calanus hyperboreus* (Copepods)
 Hyperia galba (Amphipods)
 Oikopleura labradoriensis (Appendicularians),
- boreal : *Aglantha digitale* (Hydrozoans)
 Sagitta elegans (Chaetognaths)
 Clione limacina (Gastropods)
 Pseudocalanus newmani (Copepods)
 Meganyctiphanes norvegica (Euphausiids)
 Clupea harengus (Fishes),
- tropical : *Physophora* sp. (Hydrozoans),
- cosmopolitan : *Pleurobrachia pileus* (Ctenophores)
 Oithona similis (Copepods).

Species diversity was roughly equivalent between meroplankton and holoplankton. The cladoceran, *Evadne nordmanni*, and the appendicularian, *Fritillaria borealis*, disappeared by the end of June. Cnidarians were present until September. Some species, like the mysid, *Neomysis americana*, and the copepods, *Acartia tonsa*, *Labidocera aestiva* and *Pseudodiaptomus coronatus*, did not appear until the water temperature reached $\geq 18^{\circ}\text{C}$. The results presented here shows the Northumberland Strait to be an active larval breeding area for molluscs, crustaceans and fishes and therefore an important nursery area along the North Atlantic American coast.

INTRODUCTION

La motivation de cette investigation zooplanctonique a été induite, d'une part, par l'importance des pêcheries au sein des eaux du détroit de Northumberland; et d'autre part, par l'élan apporté par le Programme Biologique International (Dunbar, 1974) pour l'étude de la production marine dans cette région côtière nord-atlantique présentant un écosystème original.

Nous rappellerons les anciens travaux réalisés sur le plancton animal de ce détroit par Whiteaves (1901) sur l'Isopode *Idotea baltica* (Pallas, 1772); Scott (1907) et Willey (1919) sur quelques Copépodes, tels : *Acartia clausi* Giesbrecht, 1889; *A. tonsa* Dana, 1848; *Centropages hamatus* (Lilljeborg, 1853); *Eurytemora herdmanni* Thompson and Scott, 1898; *Labidocera aestiva* Wheeler, 1889; *Temora longicornis* (O.F. Müller, 1785) et *Tortanus discaudatus* Thompson and Scott, 1898; et celui de Stafford (1912 b) sur les véligères d'huîtres *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1792). Des études plus récentes ont eu trait au méroplancton comme celles sur les larves d'homards (*Homarus americanus* H. Milne-Edwards, 1837) réalisées par Templeman (1937), Smith (1939), Wilder (1953, 1965), Mills (1957), Scarratt (1964, 1973), Sprague et McLeese (1968a, b, c), Harding *et al.*, (1982), Hargrave *et al.*, (1985); celles sur les larves de Décapodes faites par Connolly (1925) et Bousfield (1955); celles sur les larves de Mollusques (Needler, 1941; Medcof, 1961); et celles sur l'ichthyoplancton de Tibbo et Graham (1963), Faber (1976) et Ware (1977). Signalons également les mentions d'*heteronereis* appartenant à *Nereis succinea* (Frey and Leuckart, 1847) de Berkeley et Berkeley (1953) ainsi que de Mysidacés, vivant au voisinage du fond, faites par Wright (1972).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

La région étudiée (Fig. 1) correspond à la moitié septentrionale du détroit de Northumberland séparant l'Île-du-Prince-Édouard de la côte du Nouveau-Brunswick (Canada). Il s'agit d'une zone boréale sise au sud-ouest du golfe du St-Laurent et appartenant au secteur ouest de l'Atlantique Nord. Elle occupe une superficie d'environ 3.000 Km², s'étendant sur 120 Km de long. Cette marge continentale possède un fond de 32 m et une amplitude maximale des marées de 1 m. Située entre 46° et 47° de latitude Nord, elle est soumise à des changements climatiques très marqués au cours des saisons faisant qu'en début mai l'aire est complètement couverte de glaces, alors qu'en juillet la température de l'air peut atteindre 31 °C.

Huit stations (Fig. 1) furent échantillonnées pendant 3 années consécutives, à raison d'en moyenne 1 sortie en mer tous les 3 jours (Tabl. 1).

Les pêches zooplanctoniques ont été faites par l'emploi de filets WP-2 munis de volucompteurs (Anonyme, 1968). Les soies filtrantes étaient en nylon de type "blutex" avec 200 µm de vide de maille. Les traits obliques, du fond vers la surface, duraient 10 minutes à la vitesse de 0,3 m.s⁻¹. Le fixateur employé était la solution de Baker (8 vol. d'eau de mer + 1 vol. de formol + 1 vol. de chlorure de cadmium à 10%, saturés par du carbonate de calcium).

En fonction des possibilités bathymétriques de chaque station, des mesures hydrologiques de routine ont été également pratiquées en effectuant des prélèvements d'eau à l'aide de bathomètres équipés de thermomètres à renversement aux profondeurs de: 1, 5, 10, 15 et 25 m. Elles nous ont permis de déterminer, entre autres, les salinités sur un salinomètre à induction Beckman (modèle RS-7B) avec une précision de $\pm 0,003 \text{ ‰}$. Grâce aux tables hydrographiques de Knudsen, les densités ont pu être évaluées avec une erreur absolue $< \pm 0,02$ (Cox *et al.*, 1970).

À partir de 1969, l'oxygène dissous et la biomasse phytoplanctonique ont été suivis. Le premier a été mesuré *in situ* par la thermosonde d'un oxymètre "YSI 54" et ses valeurs corrigées ultérieurement en fonction des salinités obtenues au laboratoire. La seconde fut évaluée par dosages de la chlorophylle *a* suivant la méthode trichromatique qui consiste après avoir additionné quelques gouttes d'une suspension de carbonate de magnésium à 1% à 2 litres d'eau de mer, à les filtrer sur disque en fibre de verre

Whatman GF/C puis à faire des lectures à 665, 645 et 630 μm (Parsons et Strickland, 1963) sur un spectrophotomètre Gilford 2400 spécialement équipé pour recevoir des cuves horizontales de 10 cm de longueur et 10 ml de volume.

La biomasse du zooplancton a été établie immédiatement à la suite de chaque pêche d'après la mesure des poids secs sestoniques comme suit. La moitié de chaque récolte zooplanctonique fixée était d'abord lavée à l'eau distillée puis filtrée sur disque Millipore (type SM 5 μm) et mise en étuve à 60 °C jusqu'à l'obtention d'un poids constant. La précision des pesées est de l'ordre de $\pm 0,1$ mg. Dans le détroit de Northumberland la fraction zooplanctonique a été estimée à 40 % de ces poids bruts de sestion (Citarella, 1987) afin de tenir compte de la rétention des filets, des particules externes inertes mêlées aux zooplanctontes et de la fraction organique interne non absorbée par le tube digestif des animaux.

L'autre moitié aliquote du zooplancton a servi aux déterminations des *taxa* et à la numération des individus contenus dans 10 cases d'une cuve de Dollfus. L'inventaire qualitatif et quantitatif fut réalisé sous loupe et microscope Wild M5 et M20 avec l'appui, entre autres, des fiches d'identification éditées par le Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer (1957-1970).

RÉSULTATS

Hydrologie

Les caractéristiques hydrologiques, aussi bien que la bathymétrie, permettent de subdiviser la région étudiée en 2 secteurs.

Le secteur Nord, plus profond (maximum de 32 m), s'étend sur quelques 70 Km jusqu'aux abords de la baie de Shédiac (Fig. 1). Les stations 3, 4 et 7 y sont incluses. Il est en liaison directe avec le golfe du St-Laurent par où les eaux pénètrent en surface le long des côtes du Nouveau-Brunswick et en ressortiront, en grande partie, entraînées dans un mouvement anticyclonique en longeant les rivages de l'Île-du-Prince-Édouard (Lauzier, 1965). Cependant, les isopycnes de la figure 2 montrent que les conditions idéales, selon Defant (1961), pour l'obtention d'une circulation anticyclonique, n'apparaissent qu'entre les 17 juillet et 25 août par exemple dans la baie Egmont. Le temps de résidence des eaux est relativement bref, de 3 à 4 jours en prenant 1 noeud, soit 1.852 m.h⁻¹, pour vitesse moyenne de progression des eaux (Farquharson, 1970). Nous avons donc là un système jeune (Jacques et Tréguer, 1986); avec des eaux particulièrement froides (Tabl. 2), riches en nutriments, à production primaire élevée et fréquentées par un plus grand nombre d'espèces zooplanctoniques (Citarella, 1987).

Le secteur Sud, où la profondeur varie de 6 à 16 m, inclue les stations 1, 2, 5, 6 et 8. Il représente un écosystème plus mûr, à phytoplancton plus diversifié et productivité primaire plus faible (Citarella, 1980, 1982), où les teneurs en chlorophylle *a* et la densité du zooplancton sont supérieurs (Tabl. 2).

Malgré ce net contraste Nord-Sud, à travers toute la zone étudiée existent 2 couches d'eau (Tabl. 3) dont le mélange fréquent (Fig. 3), est favorisé par d'importants courants de marée (Farquharson, 1970). Dans ce milieu très instable (Citarella, 1989), nous avons pu déceler (Tabl. 3), quoique rarement, un processus de "cabelling" (terme employé lorsque la densité d'une eau de mélange est supérieure à celle du composant le plus profond, d'après Ivanoff, 1972) au niveau des stations 4 (14-29 août et 10 octobre) et 8 (25 août). Le réchauffement estival des eaux se traduit par une baisse de leur densité. Les salinités correspondent aux plus faibles valeurs rencontrées dans le golfe du St-Laurent (Walton, 1971). La répartition de l'oxygène dissous est remarquable par la présence fréquente d'un maximum subsuperficiel (Tabl. 3) variant entre 5 et 15 m et pouvant atteindre 1,84 ml.l⁻¹ quand on l'exprime par la différence avec la valeur superficielle. Ce maximum se développe souvent au niveau de la thermocline (Citarella, 1987) et correspond au contact entre les eaux superficielles et profondes, là où les densités égalent 20,27 (Fig.4).

Biomasse planctonique

La répartition bathymétrique de la biomasse du plancton végétal (Tabl. 4) a montré un maximum au niveau des 5 m, variable annuellement de $1,14 (\pm 0,17)$ à $1,66 (\pm 0,08)$ exprimée en mg.m^{-3} de chlorophylle *a*, rapprochable de celui observé pour les concentrations en oxygène dissous. Les valeurs maxima sont apparues partout en août ($3,67 \pm 1,15 < \text{Chl } a \text{ mg.m}^{-3} < 6,16 \pm 1,88$) et sur certaines stations un gradient temporel d'enrichissement de la biomasse végétale a été décelé malgré d'importantes fluctuations dans le degré de stabilité de la colonne d'eau (Tabl. 5).

Pour la biomasse planctonique animale, de fortes variations saisonnières ont pu être notées, remarquables dans les eaux néritiques du golfe du St-Laurent (Steven, 1974), avec des maxima apparaissant en septembre (1968): 196 mgPs.m^{-3} (station 1), 368 mgPs.m^{-3} (station 4) en juin 1969 ou 656 mgPs.m^{-3} en juillet 1970 (station 8). Dans un même secteur également les moyennes annuelles sont très variables et les coefficients de variation ($58 < V\% < 124$) plus forts au Nord (Tabl. 6). Mais sur chaque station, les corrélations ($0,71 < r < 0,99$) se sont montrées très bonnes entre les poids secs et les numérations du zooplancton.

Zooplancton

Cent trente sept *taxa* appartenant à 10 groupes supérieurs ont été identifiés (Tabl. 7) outre, quelques : Protozoaires (Foraminifères et Tintinnides), Plathelminthes (larves de Trématodes), Nématelminthes et oeufs de Poissons; et de nombreuses larves : trochophores et métatrochophores, nectochaetes, cyphonautes, véligères, *nauplii*, *furcilla* zoés, mégaloques, *mysis*, *bipinnariæ*, *ophioplutei* et alevins.

La diversité du zooplancton atteint son apogée en juillet (66 espèces) et août (67 espèces). Corroborant la circulation locale des eaux, la distribution géographique des zooplanctontes caractérise bien l'existence des 2 secteurs Nord et Sud précités, avec 51 espèces non retrouvées au Sud.

Le tableau 8 donne une idée d'ensemble des comptages zooplanctoniques effectués. Toujours présents (100% de fréquence), les Copépodes occupent à eux seuls plus de 86% du zooplancton total et sont suivis en abondance par de nombreuses larves de Pélécypodes, Echinodermes, Cirripèdes, Bryozoaires et Décapodes. Les Cladocères ne représentent guère plus de 1% dans l'échelle d'abondance et le nombre moyen par mètre cube des individus appartenant aux autres *taxa* est relativement faible. Globalement l'holoplancton équivaut à 89,11% et le méroplancton à 10,89% des planctontes récoltés.

Le synopsis mensuel des populations dominantes se présente ainsi (Tabl. 7).

Parmi les 39 espèces recensées en mai; les Copépodes sont principalement représentés par *Temora longicornis* ($2.901 .\text{m}^{-3}$), *Oithona similis* ($2.481 .\text{m}^{-3}$) ainsi que *Pseudocalanus newmani* ($1.155 .\text{m}^{-3}$) et *Calanus finmarchicus* ($368 .\text{m}^{-3}$) qui sont tous 2 à leur apogée. Les autres holoplanctontes remarquables sont alors l'Appendiculaire *Fritillaria borealis* ($557 .\text{m}^{-3}$), le Cladocère *Evadne nordmanni* ($389 .\text{m}^{-3}$), le Chaetognathe *Sagitta elegans* ($84 .\text{m}^{-3}$) et les larves d'Euphausiacés ($62 .\text{m}^{-3}$). Le méroplancton comprend essentiellement des larves du Cirripède *Balanus sp.* ($731 .\text{m}^{-3}$), des larves d'Annélides ($173 .\text{m}^{-3}$) notamment d'*Harmothoe sp.* et des Hydrozoaires ($142 .\text{m}^{-3}$) dont *Obelia sp.* et *Rathkea octopunctata* qui affichent des maxima. Les eaux sont froides ($9,16 ^\circ\text{C}$), assez denses ($\sigma_t = 21,31$) et pauvres en chlorophylle *a* (Tabl. 9).

En juin, le zooplancton est plus diversifié (61 espèces) et sa biomasse maximale (119 mgPs.m^{-3}). Parmi le groupe majeur des Copépodes dominant *Acartia clausi* ($3.262 .\text{m}^{-3}$), *Tortanus discaudatus* ($1.678 .\text{m}^{-3}$) et *Eurytemora herdmanni* ($1.368 .\text{m}^{-3}$). Mais *Temora longicornis* ($1.220 .\text{m}^{-3}$) et *Oithona similis* ($1.569 .\text{m}^{-3}$) sont encore très nombreux. Les Cladocères s'affirment ($544 .\text{m}^{-3}$) toujours avec *Evadne nordmanni* ($392 .\text{m}^{-3}$) et aussi *Podon leuckarti* ($152 .\text{m}^{-3}$). Au sein du méroplancton les larves de Décapodes Brachyours ($524 .\text{m}^{-3}$) pullulent en compagnie de nombreuses cyphonautes de Bryozoaires ($235 .\text{m}^{-3}$), *echinoplutei*

(224 .m⁻³), nectochætes de *Pectinaria* sp. (129 .m⁻³), véligères de Gastropodes (116 .m⁻³) et oeufs de poissons (59 .m⁻³).

Au cours du mois de juillet, avec le réchauffement des eaux, la biomasse phytoplanctonique progresse (1,48 mgChla .m⁻³). La diversité spécifique du zooplancton croît. Elle est dominée par 3 Copépodes : *Temora longicornis* (2e poussée avec 2.701 indiv .m⁻³) *Acartia clausi* (2.698 .m⁻³) et *Centropages hamatus* (2.564 .m⁻³). Malgré leur petit nombre, beaucoup d'espèces se signalent, telles : *Nemopsis bachei* et *Cyanea capillata* chez les Cnidaïres, les véligères de *Limacina helicina* et *L. retroversa* parmi les Gastropodes, l'Ostracode *Laxoconcha* sp. et les Euphausiacés *Thysanoessa inermis* et *T. raschii*.

Pendant le mois d'août, les eaux sont les plus chaudes (18,40 °C). Avec 67 espèces présentes, la variété zooplanctonique devient également la plus forte malgré une biomasse plutôt faible (66 mgPs .m⁻³). *Acartia tonsa* (4.456 .m⁻³) est le Copépode dominant. *Oithona similis* réabonde (3.843 .m⁻³). *Centropages hamatus* (1.647 .m⁻³) et *Acartia clausi* (1.394 .m⁻³) se maintiennent à un bon niveau tandis qu'un 2e pic de *Pseudocalanus newmani* (773 .m⁻³) apparaît. Les véligères de Gastropodes (248 .m⁻³) sont nombreuses et la Mysidacée *Neomysis americana* (25 .m⁻³) relativement abondante.

Au mois de septembre, dans des eaux riches en chlorophylle *a* (1,95 mg.m⁻³), le nombre des espèces zooplanctoniques commence à décliner mais les Copépodes atteignent leur plus forte densité (23.613 .m⁻³). *Acartia tonsa* (10.143 .m⁻³) persiste à être le plus abondant. *Oithona similis* (3.969 .m⁻³) atteint son maximum de même que *Labidocera aestiva* (360 .m⁻³). *Acartia clausi* (2.853 .m⁻³) et *Centropages hamatus* (1.635 .m⁻³) sont encore nombreux. *Pseudodiaptomus coronatus* (1.302 .m⁻³) est remarquable. C'est également la période où l'on assiste à un fort développement des véligères de Pélécypodes (4.175 .m⁻³) et en particulier celles de *Mytilus edulis* et *Modiolus demissus*.

Durant octobre, les eaux redeviennent fraîches (10,54 °C), plus salées (28,24 ‰) et appauvries en oxygène (6,43 ml.l⁻¹). Elles vont être le siège d'une explosion quant au nombre des ophioplutei (6.033 .m⁻³). La diversité du plancton animal poursuit son déclin (33 espèces). Cependant chez les Copépodes on enregistre les plus fortes numérations d'*Acartia tonsa* (10.540 .m⁻³) et de *Pseudodiaptomus coronatus* (1.509 .m⁻³). Sont aussi bien représentés : *Centropages hamatus* (1.738 .m⁻³) et *Oithona similis* (1.579 .m⁻³).

Finalement en novembre le refroidissement des eaux (9,03 °C) accentue leur densité (22,68). Peu de zooplanctons persistent mais ceux qui sont présents vont pulluler, comme par exemples les larves de Bryozoaires (2.887 .m⁻³) ou le Copépode *Temora longicornis* (16.100 .m⁻³).

DISCUSSION

Le détroit de Northumberland peut être considéré comme une petite mer intérieure ayant des échanges d'eau limités avec le golfe du St-Laurent et recevant la décharge de nombreuses rivières (Fig. 1). A l'instar des eaux néritiques du golfe du St-Laurent la triple stratification estivale des eaux (Trites, 1971) fait défaut et le système hydrologique se limite ici aussi à 2 couches: chaude en surface, plus froide en profondeur, mais ayant comme particularité un brassage fréquent (Tabl. 3 et Fig. 3) et la formation de "cabelling".

L'analyse des données accumulées au cours de notre investigation a permis l'élaboration d'une matrice de corrélations entre 7 variables de l'écosystème boréal concerné (Tabl. 10). Les coefficients de corrélation (-0,64 < r < +0,54) plutôt faibles sont la conséquence d'une dynamique des eaux très variable. Les meilleures affinités apparaissent entre les facteurs physico-chimiques du biotope tels que la température, la densité, l'oxygène dissous et la salinité. On remarquera également des relations inverses entre les biomasses végétale et animale du plancton.

La répartition bathymétrique de la chlorophylle *a* (Tabl. 4) confirme une photosynthèse plus active en subsurface entraînant une production primaire également plus intense (Citarella, 1980). Par comparaison avec le golfe du St-Laurent où elle peut atteindre jusqu'à 15,40 mg Chl *a* .m⁻³ (El-Sabh, 1976), la biomasse phytoplanctonique du détroit de Northumberland apparaît plus réduite. Les faibles valeurs de mai (0,32 mg Chl *a* .m⁻³) sont dues à la persistance tardive des champs de glace dans la région étudiée et il faudra attendre les mois d'août et septembre pour que se développent des maxima (Tabl. 9) comme par ailleurs dans tout le détroit de Northumberland (Couture et Sinclair, 1982).

Concernant les poids secs zooplanctoniques, par rapport aux régions continentales adjacentes à la nôtre, où ils n'excèdent pas les 40 mg.m⁻³ (Steven, 1974), la biomasse du zooplancton s'est révélée forte, avec pour chaque station des coefficients de variation toujours élevés (Tabl. 6) traduisant bien la variabilité temporelle du milieu. Contrairement à la règle générale observée dans le golfe du St-Laurent où la biomasse animale croît en mai et en septembre, un retard d'un mois (Tabl. 9) décale ces poussées dans le détroit de Northumberland. Il a été retrouvé dans la baie St. Georges (Lambert *et al.*, 1982) sise dans le bassin sud-est de ce détroit.

Sur le plan faunistique, si l'on fait abstraction des 8 espèces réparties parmi les Mysidacés, Cumacés, Isopodes et Amphipodes (Tabl. 7) qui font parties du benthos récolté avec le plancton (Wallace, 1919; Fish et Johnson, 1937; Bousfield et Leim, 1959); on se rend compte que la diversité du méroplancton (60 espèces) est presque la même que celle de l'holoplancton (69 espèces). Cela tient au caractère côtier de la région étudiée. Un ensemble donc de 129 *taxa* zooplanctoniques a pu être identifié, de mai à novembre, dans le détroit de Northumberland. Parmi eux, 2 remarques sont à faire. D'une part, 3 zooplanctontes y sont signalés pour la première fois. Il s'agit de l'Appendiculaire *Fritillaria sp.* déjà cité dans le golfe du St-Laurent par Stafford (1912 a); de la Mysidacée *Neomysis sp.* mentionnée dans les eaux canadiennes arctiques (Johnson, 1961, 1966) et pacifiques (Barracough et Fulton, 1967) mais nouvelle pour l'Atlantique canadien; et des zoes du Décapode *Caridion sp.* inconnues dans le zooplancton marin du Canada (Shih *et al.*, 1971). D'autre part, en ce qui concerne le Copépode *Pseudocalanus newmani* (Frost, 1989), cette espèce, dans le N.-O. Atlantique, a successivement été confondue avec *P. elongatus* ou *P. gracilis* ou encore avec *P. minutus*. D'un point de vue saisonnier, le Cladocère *Evadne nordmanni* et l'Appendiculaire *Fritillaria borealis* ont une présence qui ne va pas au-delà de la fin juin. Les Cnidaires sont assez bien représentés jusqu'en septembre. Certaines espèces apparaissent qu'après un réchauffement suffisant des eaux. C'est le cas des Copépodes *Acartia tonsa*, *Labidocera aestiva*, *Pseudodiaptomus coronatus* et de la Mysidacée *Neomysis americana*.

CONCLUSION

Le détroit de Northumberland est une aire de développement intense pour les formes juvéniles de nombreuses espèces comestibles de coquillages, crustacés et poissons. Le zooplancton y est abondant et très diversifié avec des espèces principalement boréales (*Agathidium digitale*; *Sagitta elegans*; *Clione limacina*; *Calanus finmarchicus*, *Euchaeta norvegica*, *Metridia lucens*, *Pseudocalanus newmani*; *Meganyctiphanes norvegica*, *Thysanoessa spp.*; *Clupea harengus*; ..), mais également arctiques (*Calanus hyperboreus*, *Metridia longa*; *Hyperia galba*; *Oikopleura labradoriensis*;) cosmopolites (*Pleurobrachia pileus*; *Oithona similis*; ..) et quelques unes caractéristiques des eaux chaudes comme par exemple le Siphonophore *Physophora sp.*. Un tel mélange biogéographique d'espèces est le résultat de l'influence des courants du Labrador et du Gulf Stream. Il explique les ressemblances observées entre la composition de notre zooplancton et celle connue bien au-delà du cap Cod en passant le long des côtes de la Nouvelle Écosse, de la baie de Fundy et du golfe du Maine; et le rôle de "nursery" que joue le détroit de Northumberland vis-à-vis des côtes américaines de l'Atlantique Nord.

REMERCIEMENTS

Cette étude a pu être réalisée grâce aux subventions attribuées à l'auteur par le Conseil National de Recherches du Canada et au support logistique des Universités de Moncton et de La Rochelle. M. Chadwick a aidé avec la rédaction.

RÉFÉRENCES

- Anonyme. (1968). *Zooplankton sampling, monographs on oceanographic methodology, II*, Unesco, Paris, 174 pp.
- Barracough W.E., J.D. Fulton (1967). Number, size composition and food of larval and juvenile fish caught with a two-boat surface trawl in the Strait of Georgia July 4-8, 1966, *Fish. Res. Board Can. MS Rep.*, 940, 1-82.
- Berkeley C., E. Berkeley (1953). Swarming of *Nereis succinea* (Leuckart) off the east coast of Canada, *Nature*, 171, 847.
- Bousfield E.L. (1955). Ecological control of the occurrence of barnacles in the Miramichi estuary, *Bull. Nat. Mus. Can.*, 137, 1-69.
- Bousfield E.L., A.H. Leim (1959). The fauna of Minas Basin and Minas Channel, *Bull. Nat. Mus. Can.*, 166, 1-30.
- Citarella G. (1980). Production phytoplanctonique dans le bassin nord-ouest du détroit de Northumberland (NW Atlantique), *Botanica mar.*, 23, 173-177.
- Citarella G. (1982). Contribution à l'étude des phytoplanctontes du détroit de Northumberland, Nouveau-Brunswick, Canada, *Hydrobiologia*, 87, 113-120.
- Citarella G. (1987). Plancton de la zone située entre la côte du Nouveau-Brunswick et l'Île-du-Prince-Édouard (N.-O. Atlantique), Thèse Doct. Etat, Univ. Aix-Marseille I, 567 p.
- Citarella G. (1989). Les Copépodes du détroit de Northumberland : distribution et potentiel producteur, *Hydrobiologia*, 183, 123-131.
- Connoly C.J. (1925). The larval stages and megalops of *Rhithropanopeus harrissi* (Gould), *Contrib. Can. Biol. N.S.*, 2, 327-334.
- Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer. (1957-69). *Fiches d'identification du zooplancton*, Charlottenlund Slot, Danemark.
- Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer. (1964-70). *Fiches d'identification des oeufs et larves de poissons*, Charlottenlund Slot, Danemark.
- Couture R., M. Sinclair (1982). Summer distribution of particulate organic matter in a salt-marsh estuary on Northumberland Strait, *Proc. N.S. Inst. Sci.*, 32, 297-312.
- Cox R.A., M.J. McCartney, F. Culkin (1970). The specific gravity/salinity/temperature relationship in natural sea-water, *Deep-Sea Res.*, 17, 679-689.
- Defant A. (1961). *Physical oceanography I*, Pergamon Press, Oxford, 729 pp.
- Dunbar M.J. (1974). The Gulf of St. Lawrence, in: *Primary and secondary production in the Gulf of St. Lawrence*, D.M. Steven, editor, McGill Univ., Montreal, 1974, 3-8.
- El-Sabh M.I. (1976). Surface circulation pattern in the Gulf of St. Lawrence, *J. Fish. Res. Board Can.*, 33, 124-138.

- Faber D.J. (1976). Hyponeustonic fish larvae in the Northumberland Strait during summer 1962, *J. Fish. Res. Board Can.*, 33, 1167-1174.
- Farquharson W.I. (1970). Tides and tidal streams, *Bedford Inst. Oceanogr. Rep.*, 5, 1-145.
- Fish C.J., M.W. Johnson (1937). The biology of the plankton in the Bay of Fundy and Gulf of Maine with special reference to production and distribution, *J. Biol. Board Can.*, 3, 189-322.
- Frost B.W. (1989). A taxonomy of the marine calanoid Copepod genus *Pseudocalanus*, *Can. J. Zool.*, 67, 525-551.
- Harding G.C., W.P. Wass, K.F. Drinkwater (1982). Aspects of larval American lobster (*Homarus americanus*) ecology in St. Georges Bay, Nova Scotia, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 39, 1117-1129.
- Hargrave B.T., G.C. Harding, K.F. Drinkwater, T.C. Lambert, W.G. Harrison (1985). Dynamics of the pelagic food web in St. Georges Bay, southern Gulf of St. Lawrence, *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 20, 221-240.
- Ivanoff A. (1972). *Introduction à l'Océanographie, Propriétés physiques et chimiques des eaux de mer*, Vuibert, Paris, 208 pp.
- Jacques G., P. Treguer (1986). *Écosystèmes pélagiques marins*, Masson, Paris, 243 pp.
- Johnson M.W. (1961). On zooplankton of some arctic coastal lagoons of northwest Alaska, with description of a new species of *Eurytemora*, *Pac. Sci.* 15, 311-323.
- Johnson M.W. (1966). Zooplankton of some arctic coastal lagoons, in: *Environment of the Cape Thompson region, Alaska*, N.J. Wilimovsky, J.N. Wolfe, editors, U.S. Atomic Energy Comm. Oak Ridge, Tennessee, 1966, 679-693.
- Lambert T.C., D.M. Ware, J.K. McRuer, A.D. MacDonald (1982). Water temperature, zooplankton biomass and size composition in St. Georges Bay, N.S. 1973-1976, *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.*, 1073, 1-167.
- Lauzier L.M. (1965). Drift bottle observations in Northumberland Strait, Gulf of St. Lawrence, *J. Fish. Res. Board Can.*, 22, 353-368.
- Medcof J.C. (1961). Oyster farming in the maritimes, *Fish. Res. Board Can. Bull.*, 131, 1-158.
- Mills D.H. (1957). Herring gulls and common terns as possible predators of lobster larvae, *J. Fish. Res. Board Can.*, 14, 729-730.
- Needler A.W.H. (1941). Oyster farming in eastern Canada, *Fish. Res. Board Can. Bull.*, 60, 1-83.
- Parsons T.R., J.D.H. Strickland (1963). Discussion on spectrophotometric determination of marine plant pigments with revised equations for ascertaining chlorophylls and carotenoids, *J. Mar. Res.*, 21, 155-163.
- Scarratt D.J. (1964). Abundance and distribution of lobster larvae (*Homarus americanus*) in Northumberland Strait, *J. Fish. Res. Board Can.*, 21, 661-679.
- Scarratt D.J. (1973). Abundance, survival, and vertical and diurnal distribution of lobster larvae in Northumberland Strait, 1962-63, and their relationships with commercial stocks, *J. Fish. Res. Board Can.*, 30, 1819-1824.

- Scott T. (1907). On some *Entomostraca* from Gulf of St. Lawrence, *Trans. Nat. Hist. Soc. Glasgow N.S.*, 7, 46-52.
- Shih C-T., A.J.G. Figueira, E.H. Grainger (1971). A synopsis of Canadian marine zooplankton, *Fish. Res. Board Can. Bull.*, 176, 1-264.
- Smith G.F.M. (1939). The free swimming stages of the lobster, *Fish. Res. Board Can. Atl. Progr. Rep.*, 24, 16-18.
- Sprague J.B., D.W. McLeese (1968 a). Lethal concentrations of neutralized bleached kraft pulp effluent for larval lobsters, adult lobsters and juvenile salmon, *Fish. Res. Board Can. MS Rep.*, 985, 1-15.
- Sprague J.B., D.W. McLeese (1968 b). Toxicity of kraft pulp mill effluent for larval and adult lobsters, and juvenile salmon, *Water Res.*, 2, 753-760.
- Sprague J.B., D.W. McLeese (1968 c). Different toxic mechanisms in kraft pulp mill effluent for two aquatic animals, *Water Res.*, 2, 761-765.
- Stafford J. (1912 a). On the fauna of the Atlantic coast of Canada. Third report-Gaspé, 1905-1906, *Contrib. Can. Biol.*, 1906-1910, 45-67.
- Stafford J. (1912 b). On the recognition of bivalve larvae in plankton collections, *Contrib. Can. Biol.*, 1906-1910, 221-242.
- Steven D.M. (1974). Primary and secondary production in the Gulf of St. Lawrence, *Mar. Sci. Centre Rep. McGill Univ.*, 26, 1-116.
- Templeman W. (1937). Habits and distribution of larval lobsters (*Homarus americanus*), *J. Fish. Res. Board Can.*, 3, 343-347.
- Tibbo S.N., T.R. Graham (1963). Biological changes in herring stocks following an epizootic, *J. Fish. Res. Board Can.*, 17, 933-942.
- Trites R.W. (1971). The Gulf as a physical oceanographic system, in : *2nd Gulf of St. Lawrence workshop*, E.M. Hassan, editor, Bedford Inst., Dartmouth, 1971, 32-63.
- Wallace N.A. (1919). The *Isopoda* of the Bay of Fundy, *Univ. Toronto Stud. Biol. Ser.*, 18, 1-42.
- Walton A. (1971). An approach to chemical oceanography in the Gulf of St. Lawrence, in : *2nd Gulf of St. Lawrence workshop*, E.M. Hassan, editor, Bedford Inst., Dartmouth, 1971, 64-87.
- Ware D.N. (1977). Spawning time and egg size of Atlantic mackerel, *Scomber scombrus*, in relation to the plankton, *J. Fish. Res. Board Can.*, 34, 2308-2315.
- Whiteaves J.F. (1901). Catalogue of the marine invertebrates of eastern Canada, *Geol. Sur. Can. Ottawa*, 722, 1-272.
- Wilder D.J. (1953). The growth of the American lobster (*Homarus americanus*), *J. Fish. Res. Board Can.*, 10, 371-404.
- Wilder D.J. (1965). Lobster conservation in Canada, *Rapp. P-V. Réun. CIEM.*, 156, 21-29.

Willey A. (1919). Report on the *Copepoda* obtained in the Gulf of St. Lawrence and adjacent waters, in : *Canadian Fisheries Expedition 1914-15, in the Gulf of St. Lawrence and Atlantic waters of Canada*, J. Hjort, editor, King's Printer, Ottawa, 1919, 173-220.

Wright R.A. (1972). Occurrence and distribution of the *Mysidacea* of the Gulf of St. Lawrence, M. Sc. Thesis, McGill Unvi., Montreal, 162 p.

LÉGENDES DES TABLEAUX

- Tableau 1. Bilan des récoltes.
Number of samples by station and time period.
- Tableau 2. Caractéristiques hydrobiologiques des 2 secteurs du bassin étudié
(coefficient de sécurité = 95%).
Hydrobiological characteristics in the 2 study areas.
(\pm 95% Confidence limit).
- Tableau 3. Mesures hydrobiologiques des masses d'eau. Les valeurs (α_i) indiquent des "cabellings", celles soulignées des maxima subsuperficiels. (Z_m = profondeur des stations en mètres, s = couche superficielle, p = couche profonde, m = mélange des 2 strates).
Hydrobiological measurements. α_i values in () showed cabelling, α_i^2 values underlined were subsurface maxima. (Z_m = total depths in meters (m), s = superficial layer (m), p = depth layer (m), m = mixed layer (m)).
- Tableau 4. Distribution verticale de la chlorophylle *a* ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$).
Vertical distribution of chlorophyll *a* ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$).
- Tableau 5. Enrichissement de la biomasse phytoplanctonique ($\text{mg Chla} \cdot \text{m}^{-3}$) comparé à la stabilité des eaux ($\Delta\sigma_t$).
Comparison between phytoplankton biomass density ($\text{mg Chla} \cdot \text{m}^{-3}$) and water stability ($\Delta\sigma_t$).
- Tableau 6. Poids secs moyens du zooplancton ($\text{Ps} \cdot \text{m}^{-3}$), coefficients de variation (V%) et corrélations (r) avec les numérations zooplanctoniques (ν = degrés de liberté).
Zooplankton mean dry weight ($\text{Ps} \cdot \text{m}^{-3}$), coefficient of variation (V%) and correlations (r) with zooplankton numerations (ν = degrees of freedom).
- Tableau 7. Inventaire et distribution pélagique, géographique et mensuel du zooplancton (H= holoplancton, M= méroplancton, B= benthos récolté avec le plancton, N= espèces non retrouvées dans le secteur Sud).
Zooplankton inventory and distribution. Abundance is given in number m^{-3} . (H= holoplancton, M= meroplankton, B= benthos harvested with plankton, N= absent species in the southern zone).
- Tableau 8. Résultats quantitatifs généraux du zooplancton.
Relative abundance of zooplankton.
- Tableau 9. Variations hydrobiologiques mensuelles dans le détroit de Northumberland.
Monthly mean values for hydrobiological variables in the Northumberland Strait.
- Tableau 10. Matrice des coefficients de corrélation (r) établie sur 7 variables avec un risque égal à 1% (les valeurs non significatives * ont été omises).
Correlations between 7 factors: $T^\circ\text{C}$, $S^\circ/\text{‰}$, α_t , $\Delta\sigma_t$, θ_2 , Chla and dry weight of zooplankton (Ps); (non significant values * omitted).

Tableau 1.

Stations	Périodes d'échantillonnages	Nb. de récoltes
1 et 2	17 mai - 4 novembre 1968	70
3, 4, 5 et 6	13 mai - 10 octobre 1969	75
7 et 8	28 mai - 24 septembre 1970	20

Tableau 2.

Paramètres	Secteur Sud						Secteur Nord				
	St. 1	St. 2		St. 5	St. 6		St. 8	St. 3	St. 4		St. 7
($\bar{x} \pm S_m$)			1968			1969	1970			1969	1970
T °C	15°87 ± 0°49	15°81 ± 0°57	15°84 ± 0°36	13°72 ± 0°72	14°52 ± 0°65	14°11 ± 0°65	17°23 ± 0°66	13°89 ± 0°64	13°42 ± 0°56	13°65 ± 0°61	14°22 ± 0°98
S ‰	27,88 ± 0,16	27,83 ± 0,19	27,86 ± 0,12	27,83 ± 0,02	27,99 ± 0,02	27,91 ± 0,02	27,31 ± 0,21	27,54 ± 0,10	27,66 ± 0,05	27,60 ± 0,07	28,23 ± 0,09
σ_t	20,32 ± 0,18	20,30 ± 0,19	20,31 ± 0,13	20,43 ± 0,16	20,62 ± 0,12	20,60 ± 0,10	19,71 ± 0,19	20,49 ± 0,19	20,57 ± 0,10	20,55 ± 0,10	20,89 ± 0,15
O ₂ (ml.l ⁻¹)	—	—	—	6,60 ± 0,23	6,82 ± 0,10	6,71 ± 0,18	7,39 ± 0,16	7,32 ± 0,16	6,99 ± 0,07	7,15 ± 0,21	7,31 ± 0,18
Chl a (mg.m ⁻³)	—	—	—	1,72 ± 0,51	1,37 ± 0,11	1,54 ± 0,31	1,35 ± 0,34	1,14 ± 0,12	1,11 ± 0,15	1,13 ± 0,14	0,64 ± 0,06
Zooplanktonnes (Nb.pêche ⁻¹ .m ⁻³)	29833 ± 3903	24323 ± 3486	27078 ± 3694	16254 ± 2112	7953 ± 1731	12103 ± 1921	10293 ± 3059	7666 ± 4439	2197 ± 2712	4931 ± 3575	983 ± 0,4

Tableau 3.

St.	Z _m	Dates	Couches (m)	T °C	S‰ ₉₉	σ_t	O ² (mL.l ⁻¹)
3	22	10-23 VI	s (0-5)	12 ° 07	27,83	21,16	8,18
			p (>5)	8 ° 29	28,27	22,00	8,10
		7-21 VII	m (0-22)	15 ° 33	27,29	19,96	7,97
		28 VII - 11 VIII	s (0-5)	17 ° 09	27,25	19,62	6,67
			p (>5)	13 ° 74	27,51	20,50	6,63
4	14	13 V	s (0-5)	6 ° 23	27,19	21,44	6,93
			p (>5)	5 ° 03	27,70	21,94	6,95
		2-9 VI	m (0-14)	9 ° 61	27,37	21,10	7,41
		18 VI	s (0-1)	12 ° 36	27,66	20,87	7,40
			p (>1)	10 ° 98	27,95	21,34	7,55
		26 VI - 31 VII	m (0-14)	15 ° 65	27,55	20,16	7,55
		7 VIII	s (0-1)	19 ° 81	27,43	19,10	6,75
			p (>1)	18 ° 53	27,49	19,44	7,05
		14-29 VIII	m (0-14)	16 ° 03	27,99	(20,39)	7,33
		22 IX	s (0-1)	12 ° 34	27,07	20,44	7,19
			p (>1)	12 ° 20	28,06	21,23	7,21
		10 X	m (0-14)	10 ° 38	28,10	(21,55)	6,57
6	15	16 V	m (0-15)	6 ° 62	27,68	21,74	6,10
		22 V	s (0-1)	8 ° 55	27,78	21,58	6,05
			p (>1)	7 ° 56	28,15	22,00	7,35
		28 V - 4 VI	m (0-15)	10 ° 77	27,97	21,39	7,56
		12-19 VI	s (0-1)	13 ° 34	28,04	20,99	7,75
			p (>1)	12 ° 46	28,08	21,19	7,33
		24 VI - 3 X	m (0-15)	16 ° 84	27,99	20,18	6,80

Tableau 3. (suite)

7	32	9 VI	m (0-32)	9 ° 78	28,45	22,13	8,78
		16 VI	s (0-5)	12 ° 29	27,91	21,09	7,44
			p (>5)	11 ° 51	28,49	21,69	7,62
		2 VII	m (0-32)	12 ° 78	28,10	21,16	8,29
		7 VII - 4 VIII	s (0-5)	18 ° 57	28,02	19,85	6,57
			p (>5)	15 ° 03	28,57	21,08	6,46
		10 IX	m (0-32)	14 ° 61	27,92	20,36	7,04
8	6	28 V - 4 VI	m (0-6)	12 ° 81	27,54	20,71	7,84
		9 VI	s (0-1)	15 ° 21	25,83	18,95	7,90
			p (>1)	15 ° 34	28,16	20,70	8,05
		23 VI	m (0-6)	15 ° 73	28,12	20,58	8,28
		2-7 VII	s (0-1)	18 ° 45	27,31	20,14	7,20
			p (>1)	18 ° 29	27,38	20,44	6,70
		23 VII - 6 VIII	m (0-6)	20 ° 66	27,90	19,23	7,13
		11 VIII	s (0-1)	21 ° 89	27,48	18,59	7,20
			p (>1)	21 ° 77	27,85	18,91	7,10
		25 VIII	m (0-6)	18 ° 08	27,52	(19,58)	6,48
10-24 IX	s (0-1)	14 ° 65	24,82	18,27	7,13		
	p (>1)	14 ° 15	26,55	19,59	7,22		

Tableau 4.

Z_m	1969	1970
1	1,25	1,07
5	1,66	1,14
10	1,54	—
15	—	0,51
25	—	0,69
S_m	0,08	0,17

Tableau 5.

STATION 3			STATION 4			STATION 6		
Dates	Chla	$\Delta\sigma_1$ (0-10m)	Dates	Chla	$\Delta\sigma_1$ (0-10m)	Dates	Chla	$\Delta\sigma_1$ (0-10m)
10-23VI	0,91	0,75	2-9VI	0,78	0,08	12-19VI	0,66	0,22
7-21VII	1,12	0,25	18VI	0,86	0,56	24VI-3X	1,56	0,08
28VII-11VIII	1,39	0,99	3-31VII	1,28	0,08			
STATION 7			STATION 8					
Dates	Chla	$\Delta\sigma_1$ (0-25m)	Dates	Chla	$\Delta\sigma_1$ (0-5m)			
			28V-4VI	0,07	0,20			
			9VI	0,09	1,75			
16VI	0,23	0,67	23VI	0,33	0,04			
2VII	0,51	0,09	2-7VII	0,36	0,30			
7VII-4VIII	0,71	1,38	23VII-6VIII	0,84	0,11			
			11VIII	1,24	0,32			
			25VIII	5,50	0,08			
10IX	1,17	0,12						

Tableau 6.

STATIONS (années)	Secteur Sud					Secteur Nord				
	mgPs	($\pm S_m$)	V%	r	v	mgPs	($\pm S_m$)	V%	r	v
1	63	(± 8)	82	0,98	37					
2	52	(± 7)	82	0,71	29					
(1968)	58	(± 7)	82	0,85	67					
3						63	(± 13)	58	0,99	7
4						74	(± 23)	124	0,99	15
5	93	(± 12)	73	0,84	32					
6	56	(± 12)	88	0,99	16					
(1969)	75	(± 12)	80	0,92	49	69	(± 18)	91	0,99	23
7 (1970)						225	(± 98)	106	0,99	6
8 (1970)	158	(± 47)	102	0,99	12					

Tableau 7.

ZOOPLANKTONTES (Nb.m ⁻³)	H	M	B	N	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.
Nombre d'espèces identifiées (+)	69	60	8	51	39	61	66	67	46	33	9
PROTOZOAIRES					0,06		5	10	2		
Foraminifera					0,06			1	0,5		
Tintinnidea							5	6	2		
CNIDAIRES					142	42	38	9	6	1	0,3
Hydrozoa					142	42	30	9	4	1	0,3
<i>Aeginopsis laurentii</i> Brandt, 1838	+			+	0,5						
<i>Aglantha digitale</i> (O.F. Müller, 1776)	+										
<i>Bougainvillia</i> sp.	+				20			2	1		
<i>B. superciliaris</i> (L. Agassiz, 1849)	+			+	0,06						
<i>Euphyssa aurata</i> Forbes, 1848	+			+		0,5	0,3	0,2			
<i>Nanomia cara</i> A. Agassiz, 1865	+			+		0,6	0,3				
<i>Nemopsis bachei</i> L. Agassiz, 1849	+						14	0,9	3		
<i>Obelia</i> sp.	+				65	34		5	0,6		
<i>Physophora</i> sp.	+			+				0,3			
<i>Rathkea octopunctata</i> (M. Sars, 1835)	+				56	5	15				
<i>Sarsia tubulosa</i> (M. Sars, 1835)	+			+	0,06					0,08	
<i>Siaurophora mertensi</i> Brandt, 1838	+			+				0,16			
<i>Incertae sedis</i>							0,0001		1		
Scyphozoa											
<i>Aurelia aurita</i> (Linné, 1758)	+			+		0,9	8	0,5			
<i>Cyanea capillata</i> (Linné, 1758)	+							0,2			
<i>C. sp. (ephyrae)</i>	+					0,9	8				
<i>Periphylla periphylla</i> (Péron et Lesueur, 1809)	+			+		0,001					
CTENAIRES								0,2			
<i>Bollinopsis infundibulum</i> (O.F. Müller, 1776)	+			+		0,4	0,2				
<i>Pleurobrachia pileus</i> (O. F. Müller, 1776)	+			+		0,1					
				+		0,2	0,2				

Tableau 7. (suite 1)

ZOOPLANKTONTES (Nb.m ⁻³)	H	M	B	N	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.
PLATHELMINTHES											
<i>Trematoda</i>							7	1			
<i>Hemiuridae</i> (larves)							7	1			
<i>Hemiuridae</i> (larves)							7	1			
NEMATHELMINTHES											
ANNELIDES											
<i>Polychaeta</i>					174	203	1				
<i>Autolytus cornutus</i> A. Agassiz, 1863					174	203	1				
<i>A. fasciatus</i> Grube, 1840	+					0,5	0,1				
<i>Harmothoe</i> sp. (larves)	+				0,2						
trochophores		+			71	33					
nectochaetes					34						
<i>Incirta sedis</i> (larves)					37	33					
<i>Polynoe</i>					52	5	0,6				
metatrochophores					20						
nectochaetes					6						
<i>Spionidae</i>					14						
trochophores					31	5	0,6				
nectochaetes					20	5					
<i>Nereis succinea</i> (Frey et Leuckart, 1847)					10		0,6				
larves		+		+							
trochophores						2					
nectochaetes						1					
<i>Nereymira punctata</i> (O.F. Müller, 1776)						0,3					
nectochaetes		+			8						
<i>Pectinaria</i> sp. (larves)		+			11	137					
trochophores					11	8					
nectochaetes						129					
<i>Phyllodoce groenlandica</i> (Orsted, 1842)		+									
nectochaetes					5	16					

Tableau 7. (suite 2)

ZOOPLANKTONTES (Nb.m ⁻³)	H	M	B	N	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.
<i>P. sp.</i> (larves)		+			16	8					
trochophores					16						
nectochaetes						8					
<i>Polydora sp.</i> (nectochaetes)		+					0,2				
<i>Prionospio steenstrupi</i> Malmgren, 1867		+									
nectochaetes					10						
CHAETOGNATHES					84	20	12			3	2
<i>Sagitta elegans</i> Verill, 1873	+				84	20	12			3	2
<i>S. sp.</i>	+						0,002				
BRYOZOAIRES (cyphonautes)						235	194	74	499	540	2887
MOLLUSQUES (véligères)					29	158	182	417	4444	2915	198
<i>Gastropoda</i>					29	116	129	248	269	213	
<i>Clione limacina</i> (Phipps, 1774)		+		+				2			
<i>Crepidula fornicata</i> Linné, 1758		+				61	19	11	3		
<i>Incerta sedis</i>					29	48	100	220	113	4	
<i>Flabellinidae</i>								3			
Nudibranches							3	26	7		
Opisthobranches								4	22		
Prosobranches							15	7	2	3	
<i>Pyramidellidae</i>							1	33			
Tectibranches							76	93	62		
?							2	51	17	1	
<i>Limacina helicina</i> (Phipps, 1774)		+		+	29	48					
<i>L. retroversa</i> Fleming, 1823		+		+			5	0,9			
<i>L. sp.</i>		+		+		5	4	0,4	0,2		
<i>Mirella lunata</i> (Say, 1826)		+					0,7	13	151	1	
<i>Nassarius sp.</i>		+								207	
<i>Pelecypoda</i>											
<i>Anomia aculeata</i> Müller, 1766		+		+	0,06	42	53	169	4175	2702	198
<i>Crassostrea virginica</i> (Gmelin, 1792)		+				1					

Tableau 7. (suite 3)

ZOOPLANKTONTES (Nb.m ⁻³)	H	M	B	N	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.
<i>Incerta sedis</i>						37	3	111			
<i>Macoma baltica</i> (Linné, 1758)	+			+	0,06	1					
<i>Mercenaria mercenaria</i> (Linné, 1758)	+			+			1	1			
<i>Modiolus demissus</i> (Dillwyn, 1817)	+						1	0,3	1169	219	
<i>Mya arenaria</i> Linné, 1758	+			+		2	2	0,9			
<i>Mytilus edulis</i> Linné, 1758	+						4		2945	2437	198
<i>Petricola pholadiphormis</i> Lamarck, 1818	+									5	
<i>Tellina agilis</i> Stimpson, 1858	+						24	35	57	10	
<i>Teredo navalis</i> (Linné, 1758)	+						16	19	3		
<i>Zirfea crispata</i> (Linné, 1758)	+						0,7				
PYCNOGONIDES											
<i>Nymphon rubrum</i> Hodge, 1864	+						0,1			0,01	
<i>N. sp.</i>	+						0,1				
CRUSTACÉS											
<i>Amphipoda</i>											
<i>Amphithoe longimana</i> (Smith, 1873)			+			9445	12755	13934	14736	23840	18184
<i>Callinectes lerviusculus</i> (Krøyer, 1838)			+			1	17	0,5	1	0,2	
<i>Corophium sp.</i>			+					0,09	0,2	0,09	
<i>Hyperia galba</i> (Montagu, 1813)			+					0,09	0,4		
<i>H. medusarum</i> (O. F. Müller, 1776)	+					1		0,0006	0,2	0,1	
<i>H. sp.</i>	+							0,2	0,7		
<i>Incerta sedis (Gammaridae)</i>	+							0,2			
<i>Monoculodes sp.</i>								0,002			
<i>Cirripeda (larvae)</i>						17		0,002			
<i>Balanus balanoides</i> (Linné, 1767)			+			731	347	0,2	1	0,6	28
<i>nauplii</i>				+							
<i>B. crenatus</i> Bruguière, 1789	+			+		0,2					
<i>nauplii</i>						3					
<i>cypria</i>						2					
						0,9					

Tableau 7. (suite 4)

ZOOPLANKTONTES (Nb.m ⁻³)										
	H	M	B	N	mai	juin	juil.	août	sept.	oct. nov.
<i>B. improvisus</i> Darwin, 1854		+		+		4	0,2		0,6	0,08
<i>nauplii</i>						4	0,04		0,6	0,08
<i>cypria</i>						0,1	0,1			
<i>B.sp.</i>		+			731	339		1		28
<i>nauplii</i>					267	138		0,3		
<i>cypria</i>					463	201		1		28
<i>Cladocera</i>					413	544		27		
<i>Evadne nordmanni</i> Loven, 1836	+				389	392				
<i>E. spinifera</i> P.E. Møller, 1868	+			+				20		
<i>Podon intermedius</i> Lilljeborg, 1853	+				23					
<i>P. leuckarti</i> G.O. Sars, 1862	+					152				
<i>P. polyphemoides</i> Leuckart, 1859	+			+				7		
<i>Copepoda</i>										
<i>Acartia clausi</i> Giesbrecht, 1839	+				8233	11304	13653	14397	23613	17284 18085
<i>A. longiremis</i> (Lilljeborg, 1853)	+				218	3262	2698	1394	2853	645
<i>A. spp.</i>					83	87	79			
<i>A. tonsa</i> Dana, 1848	+				0,8	8	253	102	2791	770
<i>Altheuta oblonga</i> (Goodsir, 1845)	+						1144	4456	10143	10540
<i>Anomalcera patersoni</i> Templeton, 1837	+			+			0,04			
<i>Calanus finmarchicus</i> (Gunnerus, 1765)	+			+	368	150	17	10		
<i>C. hyperboreus</i> Krøyer, 1838	+			+		42		13		
<i>Candacia armata</i> (Boeck, 1872)	+			+	0,06					
<i>Centropages hamatus</i> (Lilljeborg, 1853)	+			+	15	720	2564	1647	1635	1738 396
<i>Dactylopodia tsiboides</i> (Claus, 1863)	+								3	
<i>Ergasilus chaetognathus</i> Fellows, 1887	+			+			8	8		
<i>E. sieboldi</i> Nordmann, 1832	+			+					2	
<i>Euchaeta norvegica</i> Boeck, 1872	+			+				19		
<i>Eurytemora herdmanni</i> Thompson and Scott, 1898	+			+	207	1368	1210	789	70	
<i>E. hirundoides</i> (Nordquist, 1888)	+			+			12	10		
<i>Harpacticus chelifer</i> (O.F. Møller, 1776)	+						6			

Tableau 7. (suite 5)

ZOOPLANKTONTES (Nb.m ⁻³)									
	H	M	B	N	mai	juin	juil.	août	sept.
<i>Incertae sedis</i>					648	694	230	137	81
Calanoides					0,8				68
Harpacticoides						7		6	
<i>nauplii</i>					647	687	230	130	81
<i>Labidocera aestiva</i> Wheeler, 1889	+						157	234	360
<i>Meiridia longa</i> (Lubbock, 1854)	+			+		12	11	10	3
<i>M. lucens</i> Boeck, 1864	+					14	0,8		
<i>Microsetella norvegica</i> (Boeck, 1864)	+			+				11	
<i>Monstrilla anglica</i> Lubbock, 1857	+				0,1				
<i>Oithona similis</i> Claus, 1866	+				2481	1569	1001	3843	3969
<i>Onychocampus horrida</i> (Norman, 1876)	+								0,1
<i>Parategastes sphaericum</i> (Claus, 1863)	+			+		0,2	0,07	0,06	5
<i>Parathalestris croni</i> (Krøyer, 1845)	+						0,09	0,06	0,05
<i>Paronychocampus huntzmani</i> (Willey, 1923)	+			+		1155	341	773	208
<i>Pseudocalanus newmani</i> Frost, 1989	+					474	141	286	1302
<i>Pseudodiaptomus coronatus</i> Williams, 1906	+				2901	1220	2701	648	170
<i>Temora longicornis</i> (O.F. Müller, 1785)	+				3				
<i>Tisbe furcata</i> (Baird, 1837)	+				138	1678	1068		6
<i>Tortanus discandatus</i> (Thompson and Scott, 1898)	+								27
Cumacea								0,1	1
<i>Diastylis rathkei</i> (Krøyer, 1861)	+			+				0,1	0,08
<i>D. sp.</i>	+								0,4
<i>Leptostylis sp.</i>									0,6
Decapoda (larves)			+						2
<i>Caridion gordonii</i> (Bate, 1858)	+				5	534	252	267	206
zoés							0,2	0,07	0,09
<i>C. sp.</i> (zoés)	+							0,7	
<i>Crangon sp.</i>	+				5	2	25	13	33
zoés					5	2	24	6	33
mysis							0,4	7	
									24

Tableau 7. (suite 6)

ZOOPLANKTONTES (Nb.m ⁻³)	H	M	B	N	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.
<i>Homarus americanus</i> H. Milne-Edwards, 1837											
<i>Incertae sedis</i>				+		1	3	6	0,5		
Brachyours					531	524	222	245	171	1	0,5
zoés					524	524	221	245	171	1	
mégaloques							209	244	169	0,7	
<i>Caridae</i> (zoés)					6		0,8		2	0,3	0,4
<i>Paguridae</i> (zoés)							0,3				
<i>Pandalidae</i> (zoés)							0,6				
<i>Thalassinidae</i> (zoés)											0,04
<i>Rhithropanopeus harrisi</i> (Gould, 1841)				+		0,4	1	0,8	0,5	0,08	
zoés						0,4	0,6		0,5	0,08	
mégaloques							0,4	0,8			
<i>Spirontocaris</i> sp. (zoés)								0,4	0,09		
Euphausiacea	+				62	6	2	10	0,5	0,08	99
<i>Incertae sedis</i> (larves)					62						99
nauplii											99
furciliae					27						
calyptopis					34						
<i>Meganyctiphanes norvegica</i> (M. Sars, 1857)	+			+				9			
<i>Thysanoessa inermis</i> (Krøyer, 1846)	+			+	1	1		0,06	0,2	0,08	
<i>T. longicaudata</i> (Krøyer, 1846)	+			+	3						
<i>T. raschii</i> (M. Sars, 1864)	+			+	0,06	1	1	0,06	0,3		
Isopoda											
<i>Idotea baltica</i> (Pallas, 1772)							0,2	2	0,3	0,1	0,04
<i>I. sp.</i>			+				0,2	2	0,3	0,1	0,04
Mysidacea			+				0,002				
<i>Eurythrops erythrophthalma</i> (Göze, 1864)	+			+	1	24		30	13	23	0,1
<i>Meterythrops robusta</i> Smith, 1879	+			+	0,3	0,3		0,03	0,1		
<i>Mysis musca</i> Lilljeborg, 1852	+			+	0,4	0,2		0,03	0,1		
<i>Neumysis americana</i> (Smith, 1873)	+		+	+				5			
						23		25	12	23	0,1

Tableau 7. (suite 7)

ZOOPLANKTONTES (Nb.m ⁻³)	H	M	B	N	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.
<i>N. sp.</i>	+							0,003			
<i>Pseudomma truncatum</i> Smith, 1879	+			+	0,6	0,3		0,03	0,1		
<i>Ostracoda</i>					2	3		1	7	1	
<i>Loxococoncha impressa</i> (Baird, 1850)	+							1	7	0,7	
<i>L. sp.</i>	+					3			0,2	0,4	
<i>Paradoxostoma sp.</i>	+								0,09		
<i>Philomedes globosus</i> (Lilljeborg, 1853)	+				2						
ECHINODERMES (larves)					53	225	22	3	312	6035	
<i>Incerta sedis</i>					50	224	22	3	312	6035	
<i>bipinnariae</i>									2		
<i>echinoplutei</i>					30	224	22			2	
<i>ophioplutei</i>					20				309	6033	
?								3			
<i>Psolus sp. (auriculariae)</i>		+			3	0,7					
APPENDICULAIRES					557	62		9			
<i>Fritillaria borealis</i> Lohmann, 1896	+				557	61					
<i>F. sp.</i>	+					0,6					
<i>Oikopleura labradoriensis</i> Lohmann, 1892	+			+				9			
POISSONS (Ichthyoplankton)					12	63	20	7	0,6	0,08	
<i>Alosa sp. (alevins)</i>	+					0,3					
<i>Clupea harengus</i> Linné, 1758	+			+							
<i>alevins</i>					0,06	1	0,1	0,1	0,1	0,08	
<i>Enchelyopus cimbrius</i> (Linné, 1776)	+										
<i>alevins</i>						0,1		0,2			
<i>Glyptocephalus cynoglossus</i> (Linné, 1758)	+										
<i>alevins</i>					0,09						
<i>Incerta sedis</i>					10	59	19	6	0,5		
<i>oculis</i>					10	59	19	6	0,4		
<i>alevins</i>								0,001	0,05		

Tableau 7. (fin)

ZOOPLANKTONTES (Nb.m ⁻³)	H	M	B	N	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.
<i>Limanda ferruginea</i> (Storer, 1839) alevins		+				0,06					
<i>Liopsetta putnami</i> (Gill, 1864) alevins		+			1	0,2					
<i>Liparis atlanticus</i> (Jordan and Averbman, 1898) alevins		+		+		0,7	0,09	0,03			
<i>Mallotus villosus</i> (Müller, 1776) alevins		+		+			0,1	0,03			
<i>Osmerus mordax mordax</i> (Mitchill, 1815) alevins		+		+			0,09				
<i>Urophycis</i> sp. (alevins)		+				0,7					
<i>Tautoglabrus adspersus</i> (Walbaum, 1792) oeufs		+			0,6			0,5			
alevins					0,5						
					0,06			0,5			

Tableau 8

TAXONS	Nb $\bar{x} \cdot m^{-3}$	($\pm S_m$)	Abondance %	Fréquence %
Copépodes	10.723	(± 3.297)	86,43	100
Pélécy-podes (véligères)	466	(± 313)	3,76	62
Echinodermes (larves)	326	(± 214)	2,63	32
Cirripèdes (larves)	169	(± 93)	1,36	24
Bryozoaires (cyphonautes)	142	(± 59)	1,14	69
Décapodes (larves)	136	(± 62)	1,10	78
Cladocères	135	(± 24)	1,09	37
Gastropodes (véligères)	112	(± 45)	0,90	78
Appendiculaires	58	(± 15)	0,47	28
Polychaetes	43	(± 19)	0,35	35
Hydrozoaires	26	(± 7)	0,21	62
Poissons (ichthyoplancton)	16	(± 6)	0,129	63
Mysidacés	15	(± 6)	0,121	43
Euphausiacés	14,1	($\pm 4,9$)	0,114	35
Chaetognathes	14	(± 5)	0,113	33
Tintinnides	3	(± 2)	0,024	15
Amphipodes	2,7	($\pm 2,3$)	0,022	21
Ostracodes	2,4	($\pm 0,9$)	0,019	23
Trématodes (larves)	1,7	(± 1)	0,008	2
Scyphozoaires	0,8	($\pm 0,3$)	0,006	26
Némathelminthes	0,3	($\pm 0,2$)	0,0024	1
Isopodes	0,26	($\pm 0,13$)	0,0021	13
Cténaïres	0,20	($\pm 0,15$)	0,0016	23
Foraminifères	0,14	($\pm 0,05$)	0,0011	5
Pycnogonides	0,13	($\pm 0,05$)	0,0010	6
Cumacés	0,08	($\pm 0,04$)	0,0006	5
Holoplantontes	11.679	(± 3.811)	89,11	100
Méroplankton	1.428	(± 697)	10,89	100

Tableau 9.

Mois	T °C	S ‰	σ_t	O ₂ ml.l ⁻¹	Chla mg.m ⁻³	Ps mg.m ⁻³
V ($\pm S_m$)	9,16 ($\pm 0,61$)	27,55 ($\pm 0,14$)	21,31 ($\pm 0,11$)	7,37 ($\pm 0,08$)	0,32 ($\pm 0,03$)	53 (± 11)
VI ($\pm S_m$)	12,10 ($\pm 0,66$)	27,90 ($\pm 0,14$)	21,10 ($\pm 0,07$)	8,08 ($\pm 0,31$)	0,89 ($\pm 0,39$)	119 (± 20)
VII ($\pm S_m$)	16,92 ($\pm 0,45$)	27,61 ($\pm 0,10$)	21,02 ($\pm 0,75$)	7,72 ($\pm 0,64$)	1,48 ($\pm 0,42$)	91 (± 21)
VIII ($\pm S_m$)	18,40 ($\pm 0,53$)	27,82 ($\pm 0,09$)	20,76 ($\pm 0,66$)	7,27 ($\pm 0,48$)	1,88 ($\pm 0,43$)	66 (± 12)
IX ($\pm S_m$)	14,75 ($\pm 0,19$)	27,48 ($\pm 0,51$)	20,48 ($\pm 0,21$)	7,27 ($\pm 0,30$)	1,95 ($\pm 0,49$)	71 (± 12)
X ($\pm S_m$)	10,54 ($\pm 0,73$)	28,24 ($\pm 0,15$)	21,16 ($\pm 0,46$)	6,43 ($\pm 0,97$)	1,69 ($\pm 0,09$)	80 (± 19)
XI ($\pm \sigma$)	9,03 ($\pm 3,00$)	29,26 ($\pm 1,01$)	22,68 ($\pm 1,10$)	—	—	45 (± 52)

Tableau 10.

r	T	S	σ_t	$\Delta\sigma_t$	0^2	Chla	Ps
T	x	*	-0,64	*	-0,64	*	*
S	*	x	0,54	-0,30	*	*	*
σ_t	-0,64	0,54	x	*	0,54	*	0,36
$\Delta\sigma_t$	*	-0,30	*	x	*	*	*
0^2	-0,64	*	0,54	*	x	-0,30	*
Chla	*	*	*	*	-0,30	x	-0,35
Ps	*	*	0,36	*	*	-0,35	x

LÉGENDES DES FIGURES

- Figure 1. Carte de la région étudiée avec positions des stations d'échantillonnage (isobathes en mètres).
Locations of sampling sites (isobaths in meters).
- Figure 2. Isopycnes au niveau de la baie Egmont (station 7).
Isopycnals in Egmont Bay (station 7).
- Figure 3. Exemples de formation des 2 masses d'eau dans le temps (un trait vertical indique leur mélange parfait).
Examples of 2 water masses seasonal formations (a vertical line would show perfect mixing).
- Figure 4. Distribution de la fréquence des densités de l'eau pour les valeurs maxima d'oxygène.
Frequency distribution of water densities for maxima oxygen values.

Figure 1.

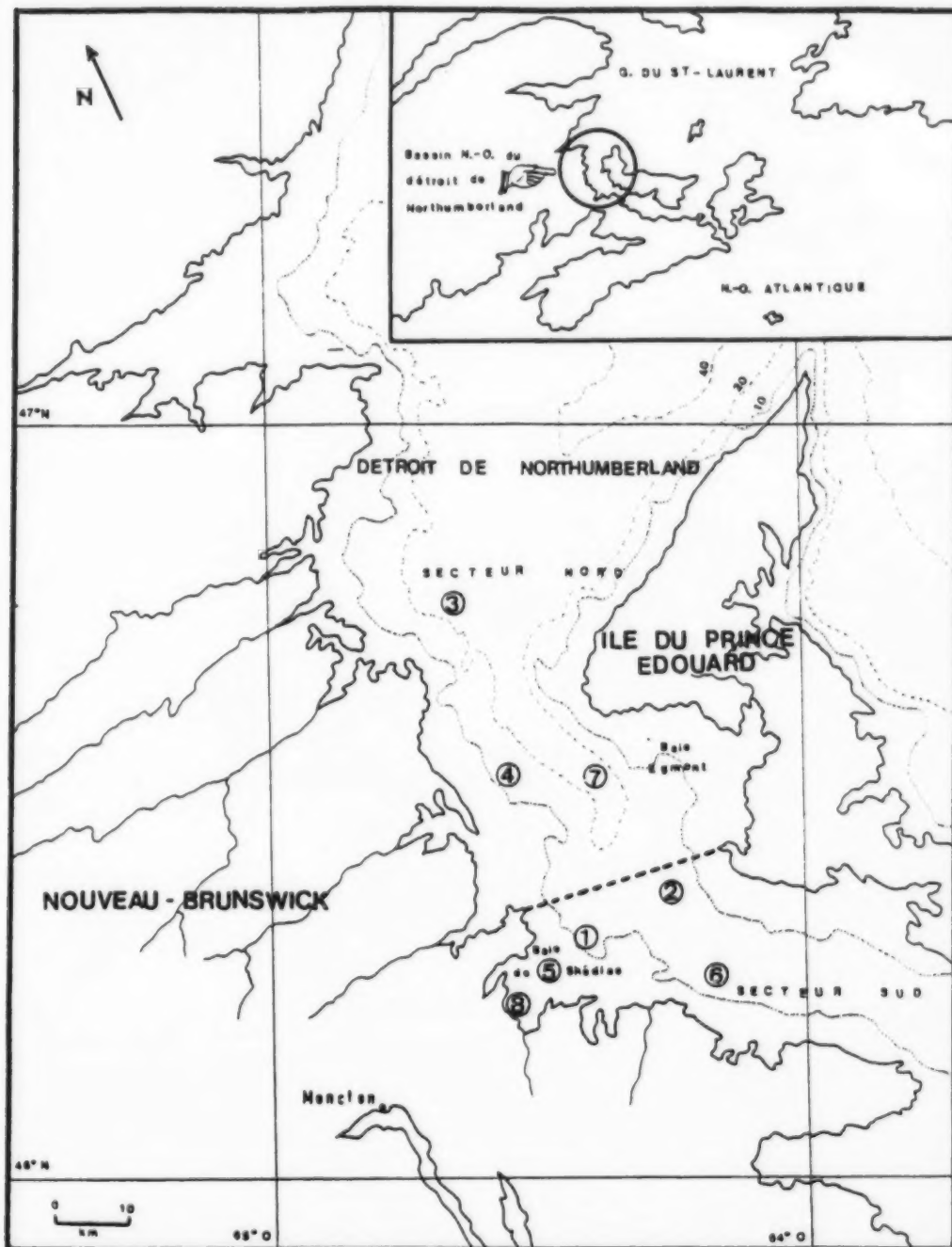


Figure 2.

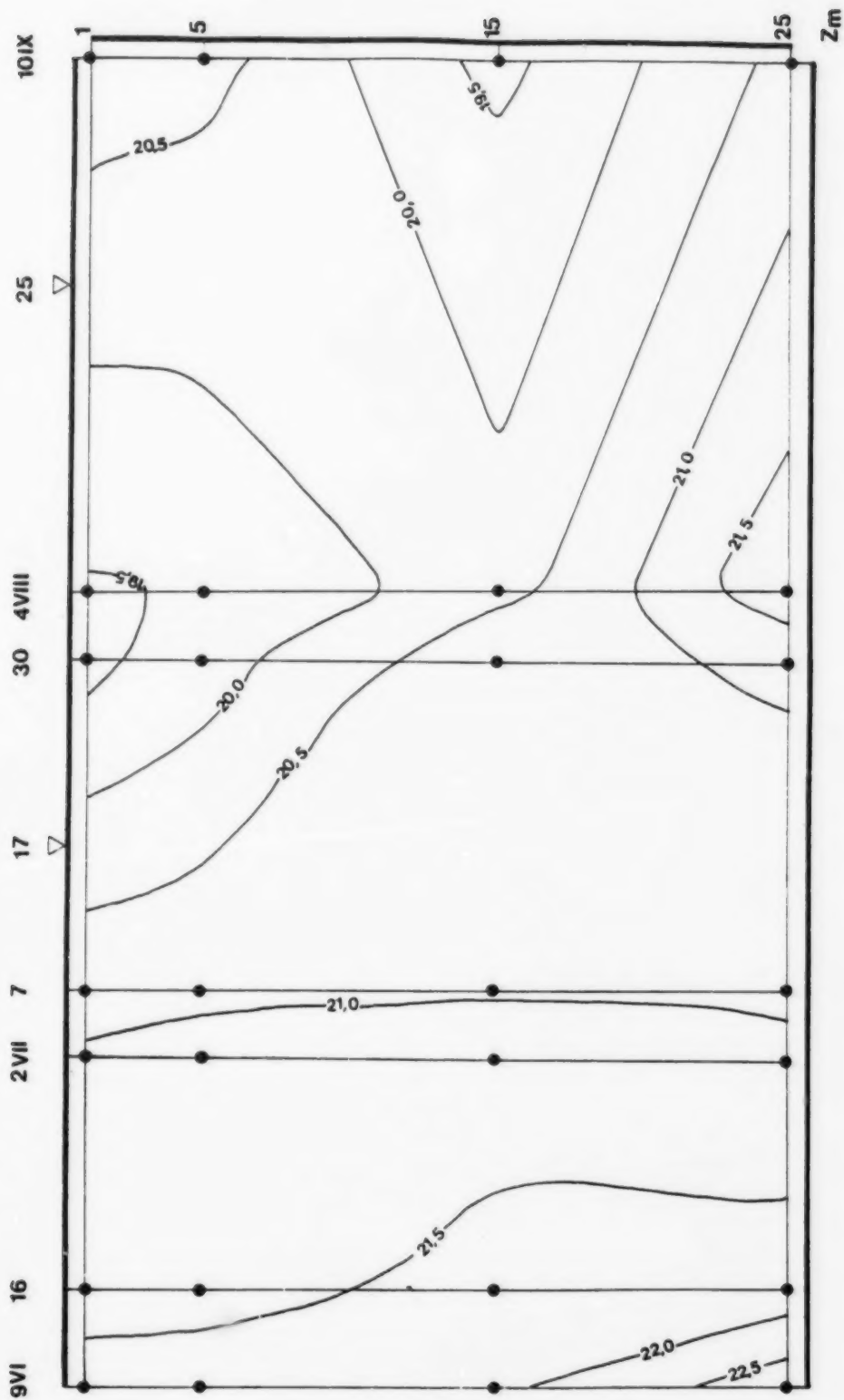


Figure 3.

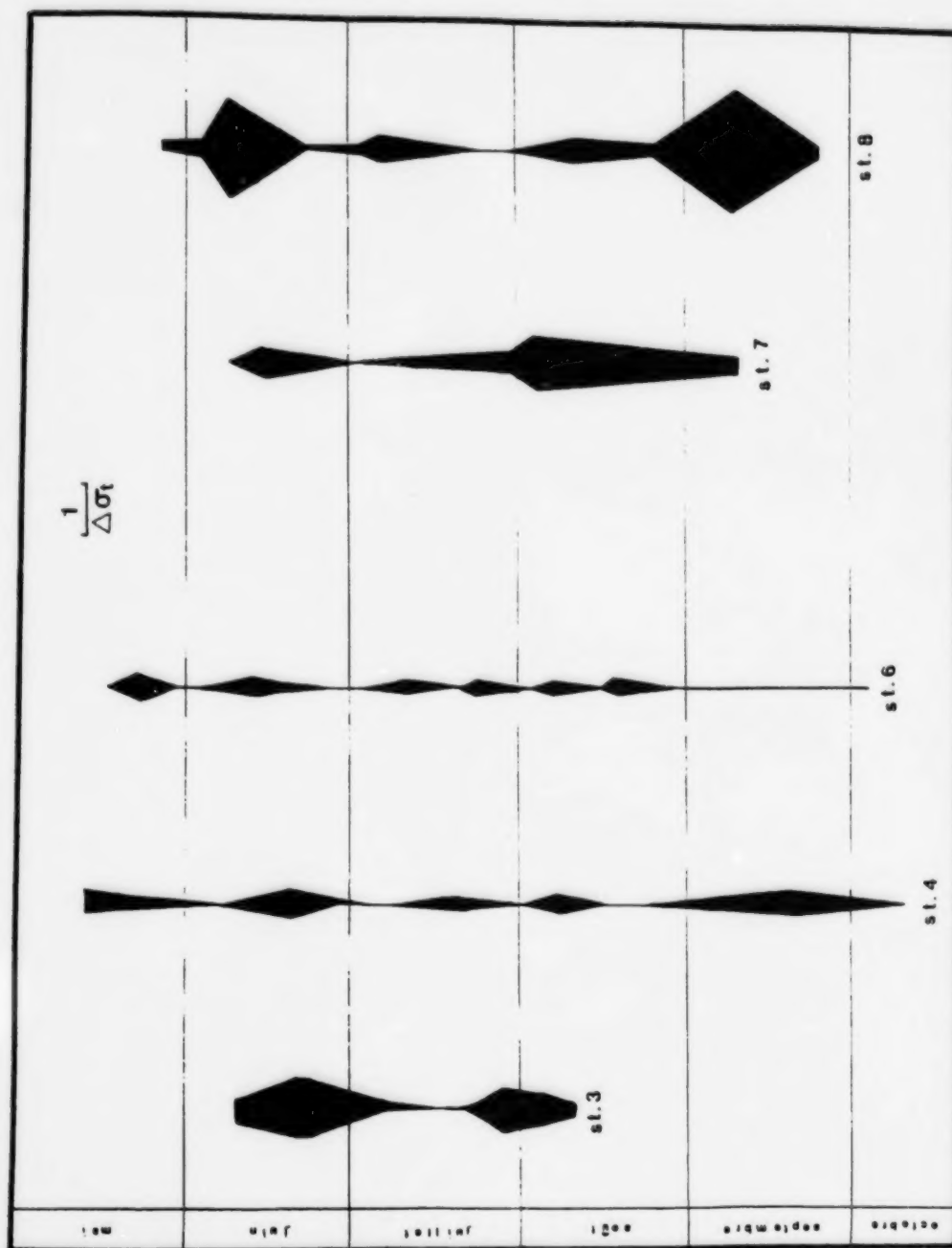


Figure 4.

